



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik**

Etil asetat merupakan salah satu jenis pelarut yang memiliki rumus molekul  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ . Produk turunan dari asam asetat ini memiliki banyak kegunaan serta pasar yang cukup luas seperti pengaroma buah dan pemberi rasa seperti untuk es krim, kue, kopi, teh atau juga untuk parfum, digunakan pada industri tinta cetak, cat dan tiner, lem, PVC film, polimer cair dalam industri kertas, serta banyak industri penyerap lainnya seperti industri farmasi, dan sebagainya (Mc Ketta and Cunningham, 1992)

Industri etil asetat merupakan salah satu industri kimia yang berprospek di Indonesia. Dua perusahaan yang memproduksi etil asetat di Indonesia mencapai kapasitas total 67.500 ton per tahun. Dua perusahaan itu adalah PT. Indo Acidatama Tbk dengan kapasitas 7.500 ton per tahun dan PT. Showa Esterindo Indonesia dengan kapasitas 60.000 ton per tahun (Dutia, 2004). Namun, kebutuhan etil asetat belum dapat dipenuhi oleh kedua perusahaan tersebut sehingga Indonesia masih membutuhkan import etil asetat dari luar negeri.

Oleh karena itu, untuk mengurangi konsumsi import etil asetat maka kami merancang pendirian pabrik ini didalam negeri dengan harapan dapat memenuhi kebutuhan industri pemakaian etil asetat lokal dan menembus pasar ekspor.

Fungsi dari pendirian pabrik ini diantaranya adalah :

1. Menghemat sumber devisa negara

Agar produk-produk yang dihasilkan akan dapat memenuhi kebutuhan didalam negeri, sehingga ketergantungan terhadap negara lain dapat dikurangi.



## 2. Membuka lapangan kerja baru

Dengan berdirinya pabrik etil asetat ini, akan menciptakan lapangan kerja baru, memberikan kesempatan kerja, dan pemerataan tenaga kerja, sehingga dapat mengurangi pengangguran.

## 1.2 Kapasitas Rancangan Pabrik

Pabrik etil asetat rencananya akan didirikan tahun 2015. Kapasitas perancangan pabrik etil asetat ini didasarkan pada beberapa pertimbangan, antara lain:

### a. Kebutuhan etil asetat di Indonesia.

Kebutuhan etil asetat di Indonesia mengalami naik turun setiap tahun. Dari data badan pusat statistik diperoleh data import etil asetat di Indonesia ditunjukkan di Tabel 1.

**Tabel 1. Impor Etil Asetat di Indonesia Tahun 2003-2009**

No.	Tahun	Etil Asetat (Ton)
1.	2003	11.662
2.	2004	20.630
3.	2005	19.033
4.	2006	23.408
5.	2007	24.043
6.	2008	30.249
7.	2009	14.562

(Badan Pusat Statistik, 2010)

### b. Ketersediaan bahan baku

Kelangsungan suatu pabrik sangat ditentukan oleh ketersediaan bahan baku. Bahan baku pembuatan etil asetat terdiri dari etanol dan asam asetat serta menggunakan katalis asam sulfat. Untuk mendapatkan bahan baku etanol dapat bekerjasama dengan PT. Molindo Raya Industrial (Malang) dengan kapasitas produksi 50.000 KL per tahun dan



Pendahuluan

asam asetat dari PT. Indo Acidatama Tbk (Solo) dengan kapasitas produksi 33.000 ton per tahun, serta asam sulfat dari PT. Petrokimia (Gresik) dengan kapasitas produksi 550.000 ton per tahun.

c. Kapasitas minimum pabrik etil asetat yang telah berdiri

Dalam menentukan besar kecilnya kapasitas pabrik etil asetat yang akan dirancang, kita harus mengetahui dengan jelas kapasitas pabrik yang sudah beroperasi. Tujuannya yaitu bisa mengetahui kebutuhan pasar etil asetat. Sehingga bisa memperkirakan kapasitas pabrik yang optimal yang akan dirancang.

Kapasitas Pabrik etil asetat didunia yang telah berdiri dapat dilihat pada Tabel 2:

**Tabel 2. Kapasitas Produksi Industri Etil Asetat Yang Ada**

No.	Pabrik	Negara	Kapasitas Produksi (ton per tahun)
1.	AMERIKA <ul style="list-style-type: none"><li>Celanese</li><li>Eastman Chemical</li><li>Solutia</li><li>Atanor</li></ul>	Cangrejara, Mexico Pampa, Texas Longview, US Kingsport, US Massachussetts, US Tretan, Michigan, US Buenos Aires, Argentina	92.000 60.000 32.000 27.000 14.000 11.000 10.000
2.	EROPA <ul style="list-style-type: none"><li>Solutia</li><li>Ercross</li><li>Union Carbide</li><li>Svensk Etanol Kemi</li><li>BP Chemicals</li></ul>	Antwerp, Springfield, Belgia Tarragona, Spanyol Stokholm, Swedia Domsjo, Swedia Hull, Inggris	12.000 60.000 30.000 35.000 220.000
3.	AFRIKA <ul style="list-style-type: none"><li>Sasol</li><li>Rhodia Brasil</li></ul>	Secunda, Afrika Selatan Paulina, Brazil	50.000 100.000



Pendahuluan

No.	Pabrik	Negara	Kapasitas produksi (ton per tahun)
4.	ASIA		
	▪ Yangtze River Acetyls	Chongging, China	30.000
	▪ Shandong Jinyimeng Chemical	Shandong, China	80.000
	▪ Shanghai Jinyimeng Chemical	Wujing, China	30.000
	▪ Jubilant Organosys	Gajraula and Nira, India	32.000
	▪ Laxmi Organic Industries	Mahad, India	35.000
	▪ Indo Acidatama Tbk	Solo, Indonesia	7.500
	▪ Showa Esterindo Indonesia	Merak, Indonesia	60.000
	▪ Chiba Ethyl Acetate	Ichihara, Jepang	50.000
	▪ Kyowa Hakko Kogyo	Yokaichi, Jepang	40.000
	▪ Showa Denko	Nanyo, Jepang	150.000
	▪ International Ester	Ulsan, Korea Selatan	75.000
	▪ Korea Alcohol Industrial	Ulsan, Korea Selatan	25.000
	▪ Celanese	Pulau Sakra, Singapura	60.000
		Total	1.117.500

(Dutia, 2004)

Dari ke tiga pertimbangan di atas dan dilihat dari pabrik yang sudah ada di Indonesia yaitu PT. Indo Acidatama Tbk dengan kapasitas 7.500 ton per tahun dan PT. Showa Esterindo Indonesia dengan kapasitas 60.000 ton per tahun, maka dipilih kapasitas pabrik etil asetat yang akan dirancang sebesar 20.000 ton per tahun.

### 1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat penting dalam menentukan keberhasilan dan kelangsungan hidup suatu pabrik. Sebuah pabrik idealnya memiliki lokasi yang memberikan biaya produksi dan distribusi yang



minimum. Lokasi pabrik akan didirikan di kawasan industri Gresik, Jawa Timur dengan pertimbangan sebagai berikut :

a. Letak Bahan Baku

Suatu pabrik dapat beroperasi atau tidak sangat tergantung pada ketersediaan bahan baku. Untuk bahan baku etanol dapat diperoleh dari PT. Molindo Raya (Malang), asam asetat diperoleh dari PT. Indo Acidatama Tbk (Solo) dan asam sulfat diperoleh dari PT. Petrokimia (Gresik). Dari penyediaan bahan baku dipilih letaknya jauh dari pabrik Indo Acidatama yang merupakan produsen asam asetat dan etanol dan juga memproduksi etil asetat tujuannya yaitu untuk menghindari daya saing pemasaran produk.

b. Pemasaran

Daerah pemasaran etil asetat tersebar di pulau Jawa. Pemasaran etil asetat tidak sulit sebab sarana transportasi yang tersedia cukup lengkap. Sehingga dengan berdirinya pabrik etil asetat di Gresik dapat memenuhi kebutuhan pemakaian etil asetat oleh industri kertas, industri tinta cetak, tiner, dan cat, serta industri makanan yang ada di Jawa Timur. Di samping itu, juga akan membuka kesempatan berdirinya industri-industri lain yang menggunakan bahan baku etil asetat.

c. Tenaga Kerja

Tenaga kerja dapat diperoleh dari masyarakat sekitar pabrik, mengingat lokasi pabrik dekat dengan penduduk dan pendidikannya pun cukup baik karena dekat dengan lingkungan sekolah dan pendidikan tinggi seperti Universitas Airlangga, Universitas Brawijaya (Unibraw), Politeknik Negeri Malang (POLINEMA), Universitas Islam Negeri (UIN), UMS, ITS dan lainnya. Sehingga memudahkan untuk mendapatkan tenaga ahli.

d. Sarana Transportasi

Transportasi sangat dibutuhkan sebagai penunjang utama untuk penyediaan bahan baku ataupun pemasaran produk. Fasilitas transportasi yang ada di Gresik meliputi darat (jalan raya), udara (Bandara Juanda)



dan Laut (dekat dengan pelabuhan ). Dengan adanya jalur perhubungan tersebut maka hubungan antar daerah tidak akan mengalami hambatan.

e. Utilitas

Kebutuhan air diperoleh dari sungai Bengawan Solo yang melintas di Kabupaten Gresik. Kebutuhan listrik diperoleh dari Perusahaan Listrik Negara dengan gardu-gardu utama disekitar pabrik.

f. Iklim

Iklim yang terlalu panas akan mengakibatkan diperlukannya peralatan pendingin yang lebih banyak sedangkan iklim yang terlalu dingin atau lembab akan berakibat bertambahnya biaya konstruksi pabrik karena diperlukan perlindungan khusus pada alat-alat proses. Di daerah Gresik merupakan daerah tropis basah sehingga memiliki iklim yang kering dengan curah hujan yang lebih sedikit. Sehingga pabrik layak didirikan di daerah ini.

g. Komunikasi

Komunikasi merupakan faktor yang penting untuk kemajuan suatu industri. Di daerah Jawa Timur khususnya di kawasan industri Gresik, fasilitas komunikasi sudah sangat lengkap dan memadai.

(Peters, Timmerhaus, and West 2004)

## 1.4 Tinjauan Pustaka

### 1.4.1. Proses Pembuatan

#### 1. Proses Esterifikasi

Proses esterifikasi dalam industri dapat dilakukan secara kontinyu maupun batch. Pemilihan kedua macam proses tersebut tergantung pada kapasitas produksinya. Untuk kapasitas produksi yang relatif kecil sebaiknya jenis yang digunakan adalah proses batch. Sedangkan proses esterifikasi kontinyu dipilih untuk kapasitas produksi yang relatif besar.

##### 1. Proses Batch Produksi Etil Asetat

Proses produksi etil asetat secara *batch* pada prinsipnya adalah dengan memanaskan 30 bagian asam asetat 80%, 30 bagian etanol



95% dan 1 bagian 1,53-1,84 *spesific gravity* asam sulfat dalam sebuah tangki silinder. Pemanasan dengan menggunakan *steam* yang dialirkan ke kolom fraksinasi. Suhu atas kolom fraksinasi dijaga 70°C agar dapat diperoleh komposisi ternary azeotrop, yaitu 83% etil asetat, 9% etanol dan 8% air. Uap hasil puncak dikondensasi, sebagian lagi direfluk, sebagian diambil sebagai produk (Faith and Keyes, 1957).

## 2. Proses Kontinyu Produksi etil asetat

Proses produksi etil asetat secara kontinyu untuk memperoleh hasil yang maksimal. Asam asetat, etanol dan katalis asam sulfat direaksikan pada reaktor yang dilengkapi dengan pengaduk. Selanjutnya produk reaktor dipisahkan pada menara distilasi untuk memperoleh produk dengan kemurnian tinggi. (Kirk and Othmer, 1982).

## 2. Proses Reaksi *Tischenko*

Proses pembuatan etil asetat dengan reaksi *Tischenko*, menghasilkan yield 60% ester dengan penambahan aluminum ethoxide dalam acetaldehid pada suhu -20°C. Pengembangan produk pada skala industri berada di Eropa selama awal pertengahan abad, lalu acetaldehid menjadi produk intermediate penting dalam bahan dasar pembuatan acetilen. Reaksinya ditujukan pada Persamaan 1:



Proses Hoechst terdiri dari 4 bagian. Pertama, katalis cair aluminum ethoxid dipersiapkan bertahap dengan memisahkan granula aluminum dalam campuran etanol-etil asetat yang mengandung aluminum clorida dan sedikit zinc chloride.

Kedua, proses terjadi di reaktor, acetaldehyde masuk reaktor dari tangki penyimpanan dan katalis cair masuk secara kontinyu. Setelah itu masuk ke unit separasi residu.

Produk yang terdistilasi dipindahkan ke evaporasi, residu diolah dengan air memperoleh kembali etanol. Setelah diolah, *slurry* residu bisa



diolah dengan *biological didegradation plant* atau bisa dibakar dengan produk limbah organik lain. Pada kolom pertama, hasil atas dipisahkan untuk mengambil acetaldehid yang tidak terkonversi, yang akan dikembalikan ke reaktor, etanol mengandung etil asetat dipisahkan, untuk digunakan kembali diproses persiapan katalis (Faith and Keyes, 1957).

### 3. Proses Sintesis Etil Asetat dari Etilena dan Asam Asetat

Etil asetat disintesis dari etilena dan asam asetat. Metode ini menghasilkan limbah yang sedikit dari pada proses yang menggunakan katalis aluminium klorida. Proses ini, dijelaskan dalam US Pat. No 4.275.228, etil asetat dibuat dengan reaksi fasa uap etilena dan asam asetat dan menggunakan katalis padat fluoropolymer yang mengandung moieties asam sulfonat. Bahan baku biasanya menggunakan etilena berlebih. Konversi asam asetat bervariasi dari 30% dengan waktu tinggal 55 jam pada 126°C sampai konversi 60% dengan waktu tinggal 30 jam pada 150°C. Karena laju reaksi lambat, maka proses ini membutuhkan ukuran reaktor sangat besar (Gruffaz, dkk, 1979).

Dalam perancangan ini digunakan proses esterifikasi kontinyu karena memiliki kelebihan sebagai berikut :

- Bisa digunakan untuk proses skala besar.
- Proses lebih mudah dan sederhana dibanding dengan proses lain.
- Produk yang dihasilkan kemurniannya lebih tinggi.
- Prosesnya lebih cepat

Adapun kekurangan dari proses kontinyu sebagai berikut:

- Sulit untuk mencapai konversi maksimum.
- Waktu tinggalnya tidak lama.
- Tidak dapat digunakan untuk waktu proses yang lama.





### 1.4.2 Kegunaan Produk

Etil asetat merupakan cairan tidak berwarna, merupakan senyawa yang mudah terbakar dan mempunyai resiko peledakan. Adapun kegunaan etil asetat dalam industri adalah sebagai berikut :

- Sebagai bahan pelarut cat dan bahan baku pembuatan plastik
- Untuk kebutuhan industri farmasi
- Sebagai bahan baku bagi industri tinta cetak
- Sebagai bahan baku bagi pabrik parfum, flavor, kosmetik, dan minyak atsiri (McKetta and Cuningham, 1994).

### 1.4.3 Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk Etil Asetat

#### A. Bahan Baku

##### ➤ Etanol

#### 1. Sifat fisis

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| a. Berat molekul                               | : 46,069 kg/kmol           |
| b. <i>Boiling point</i>                        | : 78,29°C (1 atm)          |
| c. <i>Flash point</i>                          | : 14°C                     |
| d. <i>Freezing point</i>                       | : -114,1°C                 |
| e. Suhu kritis                                 | : 243,1°C                  |
| f. Tekanan kritis                              | : 6383,48 kPa              |
| g. Volume kritis                               | : 167 cm <sup>3</sup> /mol |
| h. Density cair                                | : 0,7893 g/cm <sup>3</sup> |
| i. Kekentalan (20°C)                           | : 1,17 cP                  |
| j. Kelarutan dalam air                         | : sangat larut             |
| k. <i>Entalphy</i> pembentukan (25°C) gas      | : -234,81 kJ/mol           |
| l. Energi <i>Gibbs</i> pembentukan (25°C) cair | : -174,78 kJ/mol           |

#### 2. Sifat Kimia

Etanol merupakan alkohol alifatik yang reaktivitasnya ditentukan oleh gugus hidroksilnya. Reaksi terjadi melalui



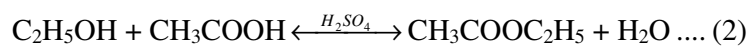
Pendahuluan

pecahnya ikatan C – O atau O – H dan bercirikan reaksi substitusi dari gugus –H atau –OH.

Reaksi-reaksi dengan etanol adalah :

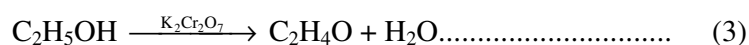
a. Reaksi esterifikasi

Yaitu reaksi antara alkohol dan asam karboksilat membentuk senyawa ester.



Etanol      asam asetat                      etil asetat

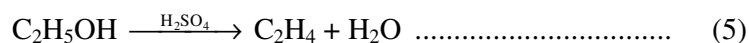
b. Reaksi oksidasi



c. Reaksi dengan fosfor yodida menghasilkan etil yodida



d. Reaksi dehidrasi



(Kirk and Othmer 1982)

➤ Asam asetat

1. Sifat fisis

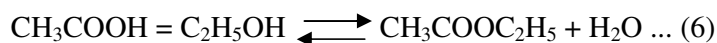
- |  |   |   |
|--|---|---|
| a. Berat molekul                               | : | 60,05 kg/kmol   |
| b. Fase  | : | Cair  |
| c. Densitas (25°C)                             | : | 1,049 kg/liter  |
| d. <i>Boiling point</i>                        | : | 118,1°C   |
| e. <i>Melting point</i>                        | : | 16,6°C pada 1 atm   |
| f. Suhu kritis                                 | : | 592,71 K  |
| g. Tekanan kritis                              | : | 4,53 MPa  |
| h. Kekentalan (20°C)                           | : | 11,83 cP  |
| i. Kelarutan dalam                             | : | - air : sangat larut<br>- alkohol : sangat larut<br>- eter : sangat larut |
| j. <i>Entalphy</i> pembentukan (25°C) gas      | : | -434,84 kJ/mol  |
| k. Energi <i>Gibbs</i> pembentukan (25°C) cair | : | -376,69 kJ/mol  |



## 2. Sifat Kimia

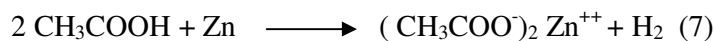
- a. Asam asetat direaksikan dengan etanol menggunakan katalis asam kuat (asam kuat yang digunakan sebagai katalisatornya dapat berupa larutan asam sulfat) membentuk etil asetat yang fase zat pereaksi dan produk adalah cairan.

Reaksi :



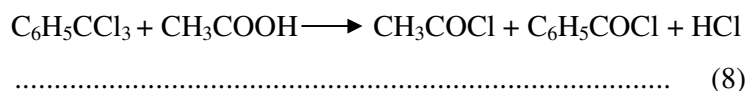
- b. Dapat membentuk garam asetat jika direaksikan dengan Zn.

Reaksi :



- c. Apabila bereaksi dengan benzoerichlorida dalam fase cair akan membentuk Acetil Klorida.

Reaksi :



(Kirk and Othmer 1982)

### ➤ Katalis Asam Sulfat

#### 1. Sifat Fisis :

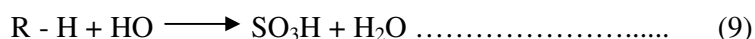
- |                      |   |                         |
|----------------------|---|-------------------------|
| a. Rumus Molekul     | : | $\text{H}_2\text{SO}_4$ |
| b. Berat Molekul     | : | 98,08 kg/kmol           |
| c. Fase              | : | cair                    |
| d. Densitas (25°C)   | : | 1,8357 kg/liter         |
| e. Titik didih       | : | 274°C pada 1 atm        |
| f. Titik leleh       | : | 10,31°C pada 1 atm      |
| g. Suhu kritis       | : | 651,85°C                |
| h. Tekanan kritis    | : | 63,1631 atm             |
| i. Kekentalan (25°C) | : | 23,5509 cP              |



## 2. Sifat kimia

- 1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat banyak digunakan sebagai *sulfoning* agent pada reaksi organik, karena dapat menggantikan hidrogen.

Reaksi :



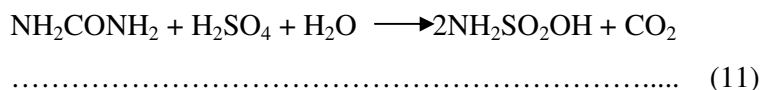
- 2) Sulfatasi, reaksi pembentukan gugus –  $\text{OSO}_2\text{OH}$  pada karbin.

Reaksi :



- 3) Sulfamatasi, reaksi penggabungan -  $\text{SOOH}$  dengan nitrogen.

Reaksi :



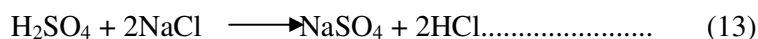
- 4) Dengan basa membentuk garam dan air.

Reaksi :



- 5) Dengan garam membentuk garam dan asam lainnya.

Reaksi :



- 6) Dengan alkohol membentuk eter dan air.

Reaksi :



(Kirk and Othmer 1982)

### ➤ Etil asetat

#### 1. Sifat fisis

- |                         |   |              |
|-------------------------|---|--------------|
| a. Berat molekul        | : | 88,1 kg/kmol |
| b. <i>Boiling point</i> | : | 77,1°C       |
| c. <i>Flash point</i>   | : | -4°C         |
| d. <i>Melting point</i> | : | - 83,6°C     |
| e. Suhu kritis          | : | 250,1°C      |
| f. Tekanan kritis       | : | 37,8 atm     |



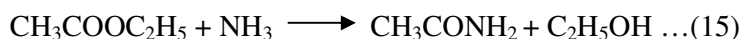
- g. Kekentalan (25°C) : 0,4303 cP
- h. *Specific gravity* ( 20°C) : 0,883
- i. Kelarutan dalam air : 7,7% berat pada 20°C
- j. *Entalphy* pembentukan (25°C) gas : -442,92 kJ/mol
- k. Energi *Gibbs* pembentukan (25°C) cair : -327,40 kJ/mol

## 2. Sifat Kimia

Etil asetat adalah senyawa yang mudah terbakar dan mempunyai resiko peledakan (eksplosif).

- a. Membentuk *acetamide* jika diammonolisis

Reaksi:



- b. Akan membentuk etil benzoil asetat bila bereaksi dengan etil benzoate

Reaksi:



(Kirk and Othmer, 1982)

## 1.5 Tinjauan Proses Secara Umum

Pada proses produksi etil asetat menggunakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan katalis asam sulfat. Reaksi berlangsung pada suhu 80°C karena suhu yang optimal untuk menghasilkan konversi yang besar dan pada tekanan atmosferis. Sisa reaksi asam sulfat akan dipisahkan pada menara distilasi (D-101) sebagai produk bawah dan selanjutnya dimurnikan pada *stripper* (D-201) sehingga bisa digunakan kembali diumpankan menuju reaktor (R). Produk atas *stripper* (D-201) berupa uap air digunakan sebagai pemanas pada *heat exchanger* (E-101) dan *heat exchanger* (E-102) dan produk bawah *stripper* (D-201) yaitu asam sulfat di-*recycle* menuju reaktor. Sedangkan produk atas menara distilasi (D-101) dialirkan menuju menara distilasi (D-102) untuk memurnikan etil asetat



---

Pendahuluan

dari campurannya. Produk bawah menara distilasi (D-102) yaitu asam asetat, etanol, etil asetat dan air di- *recycle* menuju reaktor (R). Dan produk atas menara distilasi (D-102) yaitu etil asetat dialirkan menuju *decanter* (H) untuk memurnikan lagi etil asetat dari campurannya. Produk bawah *decanter* (H) yaitu etanol dan etil asetat di-*recycle* menuju menara distilasi (D-102) untuk memisahkan etanol dan etil asetat dari campurannya. Hasil atas *decanter* (H) yaitu etil asetat dialirkan menuju menara distilasi (D-103) untuk mendapatkan kemurnian etil asetat yang diinginkan yaitu 99%. Sedangkan hasil bawah menara distilasi (D-103) yaitu etanol di-*recycle* menuju menara distilasi (D-102).

Reaksinya ditunjukkan pada Persamaan 17:

